



(11) Numéro de publication : **0 623 561 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **94400576.8**

(51) Int. Cl.⁵ : **C02F 9/00, C02F 1/68,
B01D 61/00**

(22) Date de dépôt : **16.03.94**

(30) Priorité : **05.04.93 FR 9304008**

(43) Date de publication de la demande :
09.11.94 Bulletin 94/45

(84) Etats contractants désignés :
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Demandeur : **ELECTRICITE DE FRANCE**
Service National
2, rue Louis Murat
F-75008 Paris (FR)

(72) Inventeur : **Leclerc, Olivier**
5, résidence Bernard Palissy
F-77210 Avon (FR)

Inventeur : **Laurent, Marie-Hélène**
21, rue de la république
F-77810 Thomery (FR)
Inventeur : **Sarrazin, Jean**
290, montée des Chênes
F-34980 Montferrier sur Lez (FR)
Inventeur : **Persin, Michel**
427, Bd. Round du Biou
F-34980 Saint-Clement-la-Riviere (FR)
Inventeur : **Niessen, Sylvie**
Les Chênes gris
1278 route de Ganges
F-34000 Montpellier (FR)

(74) Mandataire : **Gutmann, Ernest et al**
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud S.A.
3, rue Chauveau-Lagarde
F-75008 Paris (FR)

(54) **Procédé et dispositif de décontamination d'effluents liquides contenant des métaux sous forme ionique.**

(57) Il s'agit d'un procédé et d'un dispositif de décontamination en continu d'un effluent liquide pollué par un ou plusieurs contaminants constitués par des cations (2) d'au moins un métal. Un premier complexant est ajouté à l'effluent liquide pour former un premier sel complexe (6) dudit métal présentant une taille moléculaire minimale déterminée. L'effluent liquide est ensuite séparé du premier sel complexe sur une première membrane semi-perméable (9), puis on effectue une décomplexation du premier sel complexe récupéré (12), et on sépare le premier complexant ainsi récupéré (16) des cations (17) dudit métal sur une seconde membrane semi-perméable (20) pour former un perméat (23) qu'on soumet alors à électrolyse pour récupérer le métal.

EP 0 623 561 A1

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de décontamination en continu d'effluents liquides contenant des métaux sous forme ionique.

Elle trouve une application particulièrement importante bien que non exclusive dans le domaine de la dépollution d'importants volumes de solution chargée en cations métalliques, en vue de la récupération de ces derniers.

On connaît déjà des procédés d'épuration d'effluents contenant des métaux sous forme ionique.

Par exemple il existe un procédé consistant à traiter les solutions par formation et précipitation d'hydroxydes métalliques, que l'on sépare ensuite du liquide épuré par centrifugation ou filtration. Si un tel procédé permet de traiter des quantités importantes d'effluents, il présente néanmoins l'inconvénient de générer une pollution solide formée par les boues d'hydroxydes.

On connaît également des procédés qui évitent la formation de telles boues d'hydroxydes.

La filtration sur résine échangeuse d'ions permet par exemple de traiter des effluents présentant une concentration initiale en ions métalliques très faible, tout en autorisant une récupération du métal en solution concentrée.

Un tel procédé nécessite cependant la régénération des colonnes échangeuses d'ions utilisées, et n'est par ailleurs pas adapté au traitement de volumes importants.

On connaît également une technique dite de cémentation qui consiste à générer une réaction d'oxydo-réduction entre les ions métalliques dissous dans les effluents et un métal réducteur.

Cette technique ne permet cependant pas, en général et à elle seule, de décontaminer suffisamment un liquide pour répondre aux normes de rejet en vigueur fixées de façon de plus en plus sévère par la législation.

D'autres procédés existent également, mais qui présentent tous l'inconvénient de ne pas autoriser une décontamination suffisante, et en continu, d'importants volumes d'effluents.

Il s'agit notamment des techniques de séparation comme l'ultrafiltration ou l'osmose inverse, et de l'électrolyse.

On connaît également (FR-A-2.533.233) un procédé qui consiste à complexer les ions métalliques, à filtrer par ultrafiltration le sel complexe ainsi formé et enfin à effectuer une électrolyse dudit sel complexe.

Ce procédé qui permet de traiter d'importants volumes d'effluents initialement faiblement chargés en cations métalliques s'est cependant révélé difficilement exploitable industriellement, car les vitesses de traitement obtenues sont très faibles.

La présente invention vise à fournir un procédé et un dispositif de décontamination d'effluents liquides pollués par un ou plusieurs contaminants métalliques, en vue de leur récupération, répondant mieux

que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'elle autorise une décontamination efficace d'importants volumes d'effluents en continu (par exemple de l'ordre de 100m³/h), et ce indépendamment de la concentration initiale en polluant qui peut être très faible (par exemple < 50mg/l).

De plus l'invention permet de réaliser une décontamination sélective entre divers cations métalliques, ce qui rend possible leur récupération séparée.

Dans ce but la présente invention propose essentiellement un procédé de décontamination en continu d'un effluent liquide pollué par un ou plusieurs contaminants constitués par des cations d'au moins un métal, dans lequel :

- on ajoute un premier complexant à l'effluent liquide pour former un premier sel complexe dudit métal présentant une taille moléculaire minimale déterminée,
- on sépare l'effluent liquide du premier sel complexe sur une première membrane semi-perméable dont le seuil de coupure est inférieur à la taille moléculaire minimale déterminée, pour former d'un côté un premier perméat constituant l'effluent liquide décontaminé, et de l'autre côté un premier rétentat contenant le premier sel complexe, et
- on réalise une électrolyse d'une solution issue du premier rétentat dite solution à électrolyser, pour récupérer ledit métal, caractérisé en ce que, après la séparation entre l'effluent liquide et le premier sel complexe,
- on effectue une décomplexation du premier sel complexe, et
- on sépare le premier complexant ainsi récupéré des cations dudit métal sur une seconde membrane semi-perméable dont le seuil de coupure est inférieur à la taille moléculaire minimale du premier complexant récupéré, pour former d'un côté un second rétentat contenant ledit premier complexant récupéré qu'on réutilise, et de l'autre côté un second perméat dont est issue ladite solution à électrolyser.

Dans des modes de réalisation avantageux, on a de plus recours à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- on effectue, après séparation entre le premier complexant récupéré et les cations du métal, une seconde complexation desdits cations par ajout d'un second complexant propre à favoriser la vitesse d'épuration par électrolyse du second sel complexe ainsi formé et on récupère le second complexant à partir de ladite électrolyse, qu'on réutilise pour ladite seconde complexation ;
- le procédé est appliqué à la récupération du Nickel ;
- on effectue, simultanément à la décomplexa-

tion du premier complexant, une seconde complexation des cations dudit métal par ajout d'un second complexant propre à favoriser la vitesse d'épuration par électrolyse du second sel complexe ainsi formé, avant séparation du premier complexant d'avec le second sel complexe formé avec les cations dudit métal sur ladite seconde membrane, pour former ladite solution à électrolyser, et on récupère le second complexant à partir de l'électrolyse, qu'on réutilise pour ladite seconde complexation ;

- le procédé est appliqué à la récupération du Zinc ;
- on réalise l'électrolyse directement à partir du second perméat contenant les cations dudit métal obtenus à partir de la séparation entre le premier complexant et lesdits cations ;
- le procédé est appliqué à la récupération du Cuivre ;
- la séparation se fait, au moins en partie, par ultra-filtration ;
- la séparation se fait, au moins en partie, par osmose inverse ;
- la séparation se fait, au moins en partie, par nano-filtration ;
- on réalise des décontaminations sélectives en complexant préférentiellement un type de cations métalliques par rapport à un autre.

L'invention propose également un dispositif de décontamination en continu d'un effluent liquide pollué par un ou plusieurs contaminants constitués par des cations d'au moins un métal, comprenant

- des moyens d'alimentation en effluent d'un premier réacteur de complexation,
- ledit premier réacteur muni de moyens d'introduction d'un premier complexant,
- des moyens de transfert de l'effluent porteur des cations dudit métal complexés dans le premier réacteur, ou premier sel complexe, à une première unité de séparation entre effluent liquide et premier sel complexe,
- ladite première unité de séparation comprenant une membrane semi-perméable dont le seuil de coupure est inférieur à la taille moléculaire minimale dudit premier sel complexe, pour former d'un côté un premier perméat liquide décontaminé, et de l'autre côté un premier rétentat contenant le premier sel complexe,
- des moyens d'évacuation dudit premier perméat décontaminé,
- des moyens de transfert dudit premier rétentat vers une cuve à électrolyse,
- ladite cuve à électrolyse, et
- des moyens de récupération dudit métal à partir de ladite cuve à électrolyse, caractérisé en ce qu'il comporte
- une unité de décomplexation du premier sel

complexe,

- une seconde unité de séparation comprenant une seconde membrane semi-perméable dont le seuil de coupure est inférieur à la taille moléculaire minimale du premier complexant récupéré, pour former d'un côté un second rétentat contenant le premier complexant récupéré, et de l'autre côté un second perméat,
- des moyens de recyclage du second complexant ainsi récupéré et,
- des moyens de transfert dudit second perméat vers ladite cuve à électrolyse,

Avantageusement la cuve à électrolyse est mono-compartment.

Avantageusement également le dispositif comporte un second réacteur de complexation desdits cations muni de moyens d'introduction d'un second complexant propre à favoriser la vitesse d'épuration par électrolyse du second sel complexe ainsi formé et des moyens de recyclage du second complexant à partir de ladite électrolyse.

Dans un autre mode de réalisation avantageux, l'unité de décomplexation comprend des moyens d'introduction d'un second complexant propre à favoriser la vitesse d'épuration par électrolyse du second sel complexe ainsi formé, la seconde unité de séparation étant alors agencée pour séparer le premier complexant récupéré du second sel complexe, et des moyens de recyclage du second complexant à partir de ladite électrolyse étant par ailleurs prévus.

Dans un autre mode de réalisation également avantageux, le dispositif comporte des moyens de transfert direct du second perméat contenant les cations dudit métal obtenus à partir de la seconde unité de séparation, à la cuve d'électrolyse.

Avantageusement le dispositif comporte, de plus, au moins une unité de complexation supplémentaire permettant de récupérer sélectivement un ou plusieurs types de cations métalliques provenant de métaux différents à partir d'un même effluent liquide.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de modes particuliers de réalisation donnés à titre d'exemple non limitatif.

La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels :

- La figure 1 est un schéma de principe d'un premier mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention.
- La figure 2 est un schéma de principe d'un second mode de réalisation du dispositif selon l'invention.

La figure 1 montre schématiquement un dispositif 1 de décontamination d'un effluent liquide, pollué par un ou plusieurs contaminants constitués par des cations métalliques représentés schématiquement en 2 sur la figure.

Il comprend des moyens 3 d'alimentation en effluents d'un premier réacteur 4 de complexation muni

de moyens 5 d'introduction d'un premier complexant par exemple d'un complexant dit macromoléculaire.

Le complexant doit en fait posséder une taille supérieure au seuil de coupure de la membrane utilisée pour la séparation.

Dans le cas des membranes d'ultrafiltration, plus particulièrement décrit ici, ce complexant sera macromoléculaire, mais dans le cas des membranes de filtration plus classiques, le complexant pourra être d'une taille nettement inférieure.

Parmi les complexants macromoléculaires les plus connus on peut citer notamment l'acide polyacrylique et la polyéthylèneimine.

Le choix du complexant est en fait déterminé de façon connue en elle-même par la masse moléculaire du complexe métallique à obtenir et par la stabilité thermodynamique de la macromolécule formée (stabilité indispensable pour réaliser une rétention quantitative des cations métalliques présents dans l'effluent).

Un premier sel complexe représenté schématiquement en 6 sur la figure 1 est alors formé dans le réacteur 4 de façon connue en elle-même.

Il est ensuite repris par des moyens 7 de transfert de l'effluent porteur dudit premier sel complexe qui l'injectent dans une première unité 8 de séparation comprenant une membrane 9 semi-perméable.

Il peut s'agir d'une unité dite d'ultrafiltration, d'une unité dite d'osmose inverse ou d'une unité dite de nanofiltration. Toutes ces unités mettent en effet en oeuvre des membranes de porosité telles qu'elles laissent passer les particules de faible poids moléculaire et retiennent les autres. Les molécules de sels métalliques simples étant de taille nettement inférieure au seuil de coupures des membranes en général utilisées, la complexation desdits sels permet de former, au sein des effluents à traiter, un sel complexe dont la taille moléculaire est nettement supérieure (par exemple 100 fois supérieure) au seuil de coupure de la membrane utilisée, ce qui permet donc la séparation entre les cations métalliques complexés et les effluents proprement dits, qui sont ainsi décontaminés.

L'unité 8 forme donc d'un côté un premier perméat liquide 10 qui constitue les effluents décontaminés, et de l'autre côté un premier rétentat 11 composé d'une solution concentrée de cations métalliques complexés par la molécule macromoléculaire, ou premier sel complexe, représenté schématiquement en 12 sur la figure 1.

Le dispositif 1 comprend des moyens 13 d'évacuation du premier perméat décontaminé qui peut par exemple être rejeté dans l'environnement directement ou via un réservoir tampon (non représenté), et des moyens 14 de transfert du premier rétentat vers une unité 15 de décomplexation du premier sel complexe 12.

On y réalise la décomplexation du premier sel

complexe macromoléculaire de façon adaptée et connue en elle-même, par exemple par un changement de pH de la solution.

On obtient alors une solution contenant d'un côté le complexant régénéré 16 et de l'autre côté les cations métalliques décomplexés 17, solution qui est transférée en 18 dans une seconde unité de séparation 19 à membrane semi-perméable 20.

Dans le mode de réalisation plus particulièrement décrit ici, le complexant régénéré 16 inclus dans un second rétentat 21 est réinjecté en 22 dans le réacteur 4 où il est réutilisé.

Les cations 17 inclus dans le second perméat 23 sont quant à eux transférés à un second réacteur 24 de complexation.

Le second perméat y est mis en contact avec un second complexant (introduit en 25) favorisant la vitesse interne d'épuration par électrolyse du second sel complexe ainsi formé (représenté schématiquement en 26 sur la figure 1).

Le dispositif 1 comprend des moyens 27 de transfert du second perméat vers une cuve 28 d'électrolyse mono-compartment.

On y réalise simultanément l'électro-déposition du métal représenté en 29 sur la figure 1 et la régénération du second complexant ou complexant d'électrolyse introduit en 25, qui forme alors le complexant régénéré 26' et est recyclé via les moyens de recyclage 30 dans le second réacteur 24.

La nature du complexant d'électrolyse doit répondre à plusieurs critères :

- permettre une complexation quantitative et sélective du cation métallique,
- donner naissance à un sel complexe formé avec le cation métallique, qui doit être électroactif et présenter un coefficient de diffusion suffisamment élevé pour permettre son électrolyse aisée avec un haut rendement,
- autant que possible, ne pas être oxydable soit directement soit indirectement (par l'oxygène ou le chlore) à l'anode.

Dans ce dernier cas, il est ainsi possible d'éviter l'emploi d'un électrolyseur à 2 compartiments.

La deuxième étape de complexation est mise en oeuvre lorsque la nature du cation métallique à réduire le requiert. Par exemple, il sera a priori inutile de complexer le cation Cu^{2+} après l'élimination du complexant macromoléculaire car ce cation est directement électroactif. Dans ce cas (voir chemin 31 en trait mixte sur la figure 1), on se contentera de réaliser une électrolyse du perméat juste après l'étape 19 de séparation par ultrafiltration (ou par osmose inverse ou par nanofiltration) des molécules de complexant d'une part et des cations métalliques d'autre part.

En revanche, dans le cas d'un métal difficile à électrolyser et hautement valorisable comme le nickel, on réalise tout d'abord le premier sel complexe macromoléculaire ci-dessus mentionné avec par

exemple un polyacrylate, puis, après séparation du premier sel complexe du flux principal par ultrafiltration (ou par osmose inverse ou par nanofiltration) en 8, on décomplexé l'ion Ni^{2+} en 15 en passant en milieu acide.

Après une deuxième séparation en 19, où on sépare les cations métalliques 17 et le complexant macromoléculaire 16 par ultrafiltration (ou par osmose inverse ou par nanofiltration), on introduit alors en 25 un tampon ammoniacal pour former le complexe électroactif nickel-ammoniaque 26.

L'électrolyse de ce second sel complexe en 28 conduit à la formation de nickel métal en 29 et à la régénération du tampon ammoniacal 26'.

Ce complexant minéral correspond en effet aux différents critères énumérés précédemment, notamment il n'est pas dégradé à l'anode, ce qui permet ainsi d'utiliser un électrolyseur mono-compartment.

On a représenté sur la figure 2 un autre mode de réalisation d'un dispositif 32 selon l'invention. Pour simplifier, les mêmes numéros de référence que pour la figure 1 ont été utilisés lorsqu'il s'agissait de représenter des éléments identiques à ceux de la figure 1.

La différence essentielle existant entre ce dispositif et le dispositif 1 précédemment décrit réside dans le réacteur 33, qui remplace le réacteur 15, et qui comporte des moyens 34 d'introduction du second complexant directement et simultanément à la décomplexation du premier sel complexe 12. Le second réacteur 24 a donc, et de ce fait, été supprimé.

Un tel dispositif convient au traitement d'effluents chargés en zinc qui est complexé et décomplexé en milieu alcalin, le complexe électroactif formé étant ZnO_2^{2+} .

L'un des avantages principaux de l'invention réside dans la possibilité de traiter un effluent industriel en continu et en ligne avec un gros débit (c'est-à-dire avec un débit supérieur à $5 \text{ m}^3/\text{h}$, par exemple $30 \text{ m}^3/\text{h}$). En effet, au vu des figures 1 et 2, on constate que le flux polluant est directement traité et ne fait pas l'objet d'une épuration par épuisement.

Le procédé de l'invention permet donc d'épurer rapidement d'importants volumes de solutions chargées en métaux et ce indépendamment de la concentration initiale en polluant qui peut varier de quelques grammes par litre à quelques milligrammes par litre, et ce pour atteindre, après épuration, de l'ordre du milligramme par litre, voire moins.

De plus, il est possible de réaliser des épurations sélectives en choisissant le complexant macromoléculaire (ou minéral) de manière à complexer préférentiellement un cation métallique plutôt qu'un autre.

De cette façon, il sera possible de récupérer séparément et sélectivement différents cations métalliques dans un effluent contaminé par plusieurs métaux.

Pour ce faire, on placera consécutivement plusieurs modules de complexation sur l'écoulement de

la solution à épurer.

Avec l'invention, il est également possible d'obtenir un rendement faradique d'électrolyse proche de l'unité puisque la récupération du métal se fait en permanence en solution concentrée, ce qui évite toute limitation qui serait due à un quelconque transfert de matière.

Revendications

1. Procédé de décontamination en continu d'un effluent liquide pollué par un ou plusieurs contaminants constitués par des cations (2) d'au moins un métal, dans lequel :

- on ajoute un premier complexant à l'effluent liquide pour former un premier sel complexe (6) dudit métal présentant une taille moléculaire minimale déterminée,
- on sépare l'effluent liquide du premier sel complexe sur une première membrane semi-perméable (9) dont le seuil de coupure est inférieur à la taille moléculaire minimale déterminée, pour former d'un côté un premier perméat (10) constituant l'effluent liquide décontaminé, et de l'autre côté un premier rétentat (11) contenant le premier sel complexe ainsi récupéré (12), et
- on réalise une électrolyse d'une solution issue du premier rétentat dite solution à électrolyser, pour récupérer ledit métal (29), caractérisé en ce que, après la séparation entre l'effluent liquide et le premier sel complexe,
- on effectue une décomplexation du premier sel complexe récupéré (12), et
- on sépare le premier complexant ainsi récupéré (16) des cations (17) dudit métal sur une seconde membrane semi-perméable (20) dont le seuil de coupure est inférieur à la taille moléculaire minimale du premier complexant récupéré, pour former d'un côté un second rétentat (21) contenant ledit premier complexant récupéré (16) qu'on réutilise, et de l'autre côté un second perméat (23) pour donner ladite solution à électrolyser.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que on effectue, après séparation du premier complexant récupéré (16) d'avec les cations (17) du métal, une seconde complexation desdits cations par ajout (25) d'un second complexant propre à favoriser la vitesse d'épuration par électrolyse du second sel complexe ainsi formé (26) et on récupère le second complexant (26') à partir de ladite électrolyse, qu'on réutilise pour ladite seconde complexation.

3. Application du procédé selon la revendication 2, à la récupération du Nickel.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que on effectue, simultanément à la décomplexation du premier complexant, une seconde complexation des cations dudit métal par ajout (34) d'un second complexant propre à favoriser la vitesse d'épuration par électrolyse du second sel complexe ainsi formé (26), avant séparation du premier complexant (16) d'avec ledit second sel complexe (26) sur la seconde membrane (20) pour former ladite solution à électrolyser, et on récupère le second complexant (26') à partir de l'électrolyse, qu'on réutilise pour ladite seconde complexation.
 - ladite première unité (8) de séparation comprenant une membrane semi-perméable (9) dont le seuil de coupure est inférieur à la taille moléculaire minimale dudit premier sel complexe, pour former d'un coté un premier perméat liquide décontaminé (10), et de l'autre côté un premier rétentat (11) contenant le premier sel complexe,
 - des moyens (13) d'évacuation dudit premier perméat décontaminé,
 - des moyens (14) de transfert dudit premier rétentat vers une cuve (28) à électrolyse,
 - ladite cuve (28) à électrolyse, et
 - des moyens de récupération dudit métal à partir de ladite cuve à électrolyse, caractérisé en ce qu'il comporte
 - une unité (15,33) de décomplexation du premier sel complexe,
 - une seconde unité (19) de séparation du premier complexant (16) ainsi récupéré des cations (17,26) dudit métal sur une seconde membrane semi-perméable (20) dont le seuil de coupure est inférieur à la taille moléculaire minimale du premier complexant récupéré, pour former d'un coté un second rétentat (21) contenant le premier complexant récupéré, et de l'autre coté un second perméat (23),
 - des moyens (30) de recyclage du second complexant ainsi récupéré et,
 - des moyens (27) de transfert dudit second perméat vers ladite cuve (28) à électrolyse.
5. Application du procédé selon la revendication 4, à la récupération du Zinc.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que on réalise l'électrolyse directement à partir du second perméat contenant les cations (17) dudit métal obtenus à partir de la séparation entre le premier complexant (16) et lesdits cations (17).
7. Application du procédé selon la revendication 6, à la récupération du Cuivre.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la séparation se fait au moins en partie par ultra-filtration.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la séparation se fait au moins en partie par osmose inverse.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la séparation se fait au moins en partie par nano-filtration.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que on réalise des décontaminations sélectives en complexant préférentiellement un type de cations métalliques par rapport à un autre.
12. Dispositif (1,32) de décontamination en continu d'un effluent liquide pollué par un ou plusieurs contaminants constitués par des cations (2) d'au moins un métal, comprenant
 - des moyens (3) d'alimentation en effluent d'un premier réacteur (4) de complexation,
 - ledit premier réacteur (4) muni de moyens (5) d'introduction d'un premier complexant,
 - des moyens (7) de transfert de l'effluent porteur des cations dudit métal complexés dans le premier réacteur ou premier sel complexe (6) à une première unité (8) de séparation entre effluent liquide et premier sel complexe,
13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que la cuve à électrolyse est mono-compartiment.
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 12 et 13, caractérisé en ce qu'il comporte un second réacteur (24) de complexation des cations, muni de moyens (25) d'introduction d'un second complexant propre à favoriser la vitesse d'épuration par électrolyse du second sel complexe ainsi formé et,
 - des moyens (30) de recyclage du second complexant à partir de ladite électrolyse.
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 12 et 13, caractérisé en ce que l'unité de décomplexation (33) comporte des moyens (34) d'introduction d'un second complexant propre à favoriser la vitesse d'épuration par électrolyse du second sel complexe (26) ainsi formé, la seconde

unité de séparation étant alors agencée pour séparer le premier complexant récupéré du second sel complexe, et

- des moyens (30) de recyclage du second complexant à partir de ladite électrolyse.

5

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 12 et 13, caractérisé en ce que il comporte des moyens (31) de transfert direct du second perméat contenant les cations dudit métal obtenus à partir de la seconde unité (19) de séparation, à la cuve (28) d'électrolyse.

10

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 12 à 16, caractérisé en ce que il comporte, de plus, au moins une unité de complexation supplémentaire permettant de récupérer sélectivement au moins un type supplémentaire de cations métalliques à partir d'un même effluent liquide.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

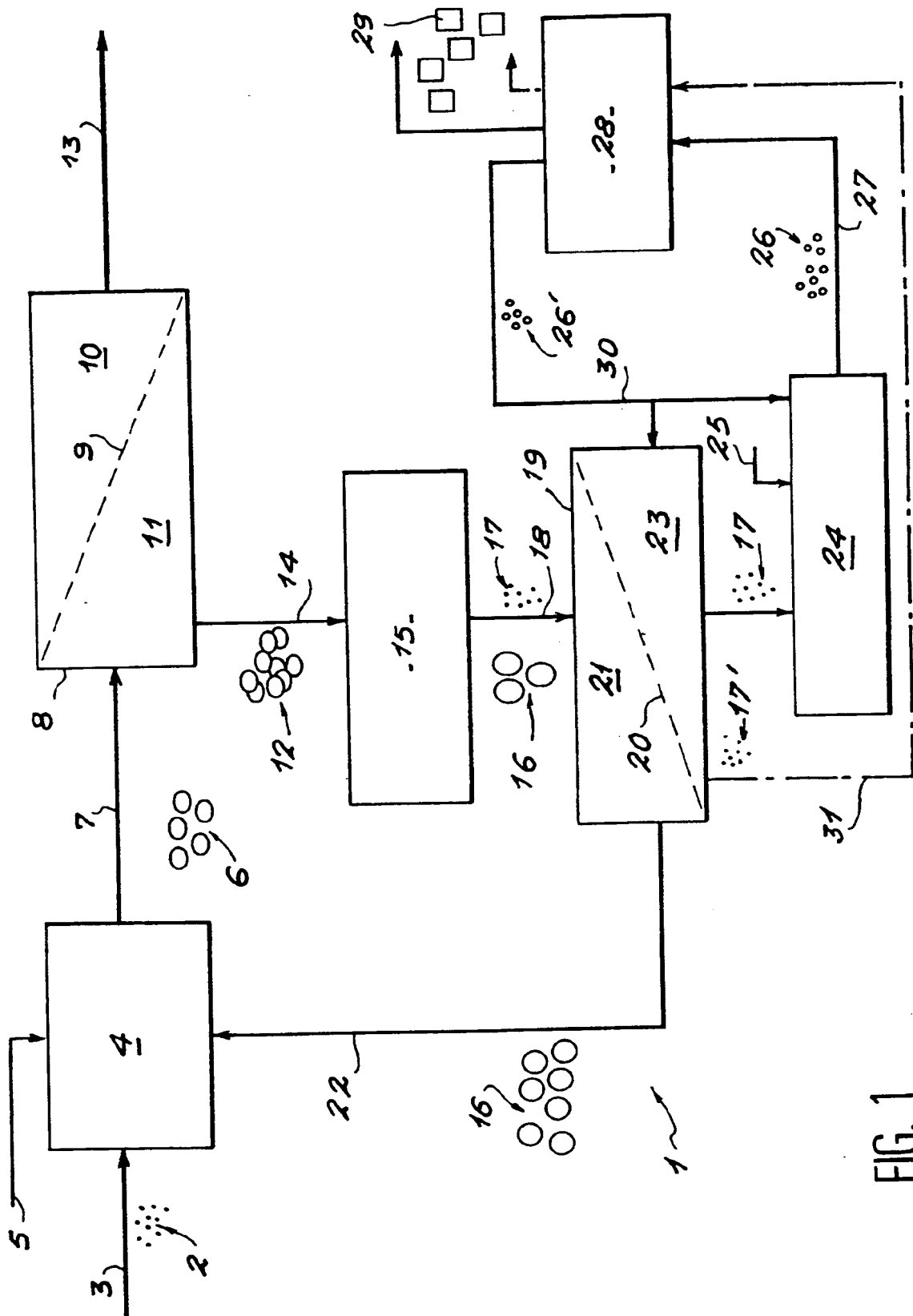


FIG. 1

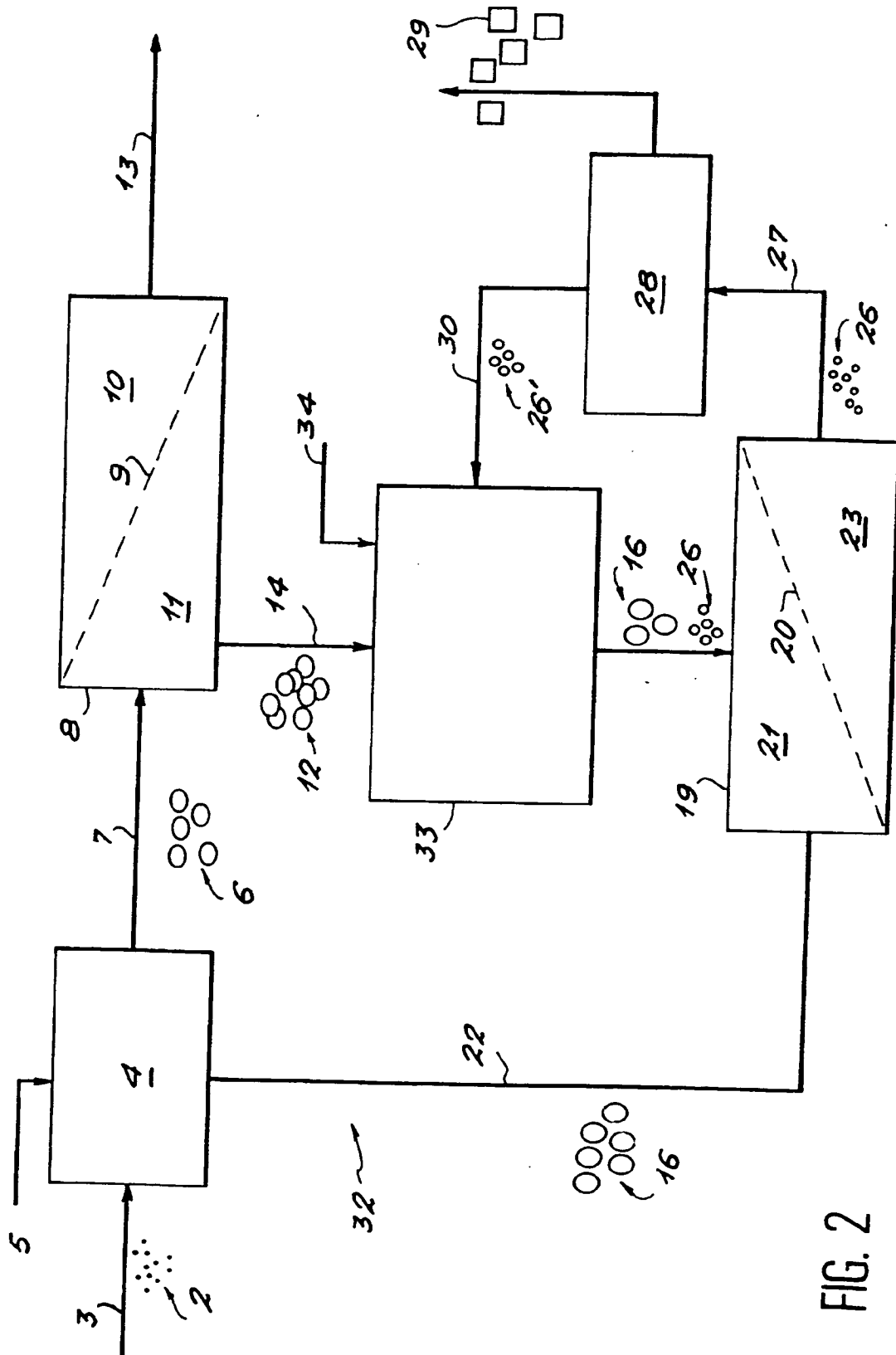


FIG. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 0576

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
A,D	FR-A-2 533 233 (MATERIEL PERRIER) * page 2, ligne 6 - ligne 21 *	1,3,8,9	C02F9/00 C02F1/68 B01D61/00
A	FR-A-2 392 942 (NIHON FILTER CO., LTD) * page 14, ligne 26 - page 15, ligne 8; revendications 7,11 *	1,3,8	
A	FR-A-2 567 914 (UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC) * page 1 - page 2 *	1,8,12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
			C02F B01D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Titre de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28 Juillet 1994	Examinateur Gonzalez Arias, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
\ : particulièrement pertinent à lui seul \ : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 (01.92) (Rev. 01)